المحاضرة الثانية

الحركة و القوى

بعد دراسة هذه الوحدة ينبغي أن يكون الطالب قادراً على:

فهم الحركة وأنواعها
المقارنة بين المسافة والازاحة.
فهم السرعة وأنواعها
فهم العجلة وأنواعها.
استنباط معادلات الحركة.
فهم قوانين الحركة أو قوانين نيوتن
فهم مصطلحات القوة، الكتلة والوزن
فهم الحركة الدائرية المنتظمة
معرفة بعض تطبيقات الحركة الدائرية في المجال الزراعي
فهم مصطلحات الشغل، الطاقة والقدرة

مفهوم الحركة Motion

ما الفرق بين Dynamic ، Static

الحركة هي إحدى الخصائص الميكانيكية للجسم، ولها أهمية كبيرة في علم الفيزياء، حيث وضع العلماء العديد من القوانين التي تفسر الحركة وأسباب تغير حركة الأجسام.

تعرف الحركة في علم الفيزياء

بأنها التغير الحادث في موقع الجسم أو اتجاهه أثناء زمن محدد، أو هي تغير موضع جسم بالنسبة لموضع جسم آخر ثابت مع مرور الزمن.

ويوصف الجسم الذي يظل في موضعه بمرور الزمن بأنه في حالة سكون.

أنواع الحركة

يمكن تصنيف الحركة إلى ثلاثة أنواع وهي كالتالي:

١- الحركة الانتقالية أو الخطية:

حيث ينتقل الجسم من نقطة لأخرى، وقد تكون هذه الحركة على طول خط مستقيم وتسمى بالحركة الخطية أو المستقيمة أو على طول مسار منحني وتسمى بالحركة المنحنية.

ولدراسة الحركة الانتقالية يستخدم عدد من القوانين والمعادلات التي تعتمد بشكل رئيس على قوانين نيوتن في الحركة.

من أمثلة القوى التي يمكن أن تؤثر في الأجسام قوتي الجاذبية والاحتكاك، وتستخدم مبادئ الحركة الانتقالية في توضيح حرارة المادة عن طريق حركة الجزيئات فيها.

٢- الحركة الدورانية:

هي دوران الجسم حول مركزه أو محوره، وهي الحركة التي تغير من اتجاه الجسم حيث تدور الأجسام على شكل دوائر متحدة المركز حول محور الحركة.

تعتمد على عزم القوة، وهو عبارة عن مقدار القوة اللازمة للتأثير على الجسم ليتمكن من الدوران حول محوره أو مركزه، ويمكن التعبير عن ذلك باستخدام العلاقة التالية:

العزم= القوة × المسافة ×جاهـ

حيث: المسافة هي المسافة بين المحور الذي يدور حوله الجسم والنقطة التي تعرضت للقوة، أما الزاوية هـ: فهي الزاوية بين القوة والمسافة، وبهذا تكتسب الأجسام التي تدور حول محورها طاقة حركية.

٣- الحركة الاهتزازية:

وتسمى الحركة التذبذبية أو الحركة التوافقية البسيطة وهي تنشأ عن تغيير متكرر للحركة مع الزمن حيث تتحرك الأجسام في حركة مستمرة إلى الخلف وإلى الأمام، أو من جانب لآخر حول نقطة ثابتة.

أي أن هذه الحركة تعيد تكرار نفسها خلال فترة من الزمن.

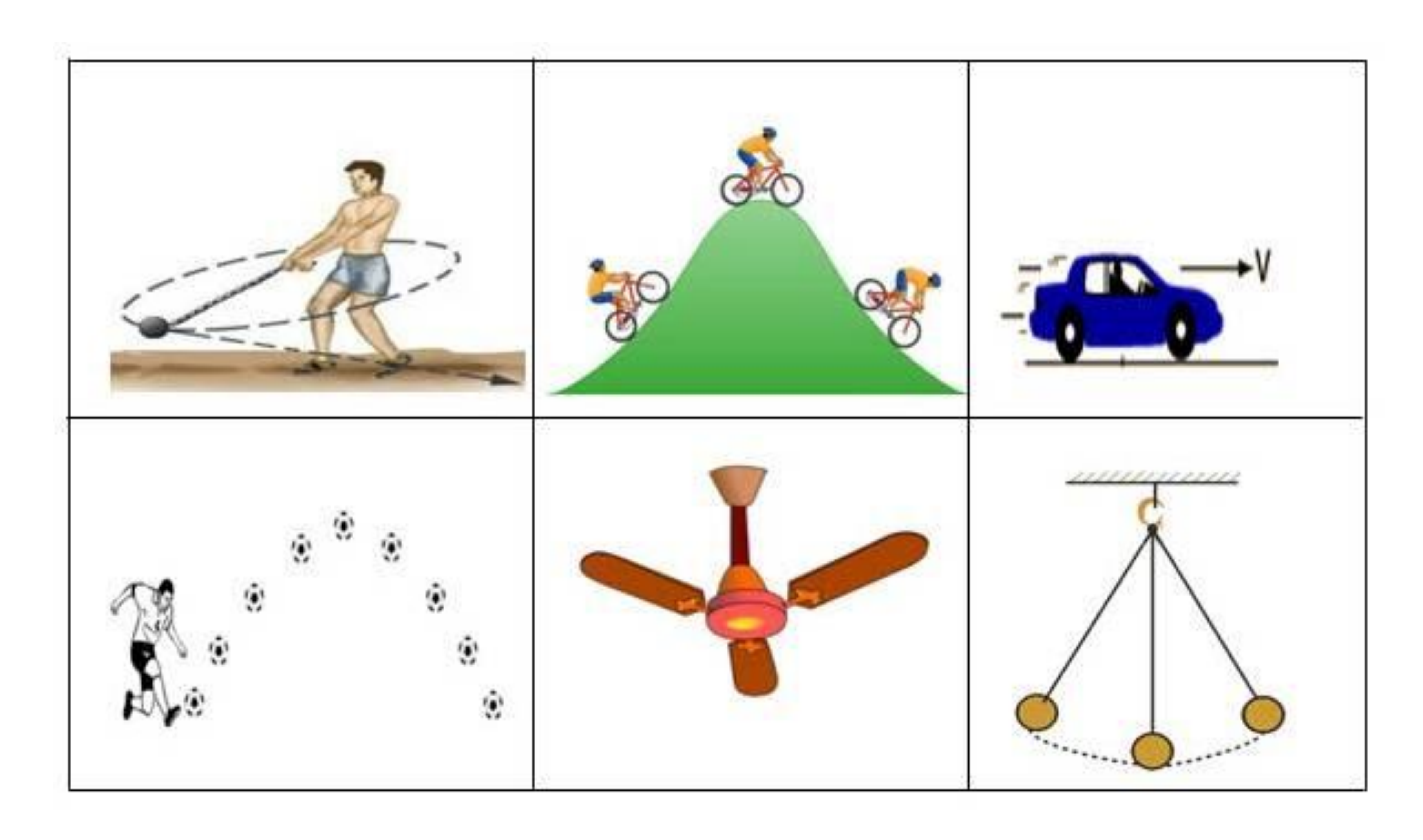
من أشهر الأمثلة على هذه الحركة حركة بندول الساعة الذي يتحرك إلى اليمين ثم اليسار حول نقطة تقع وسط البندول تسمى نقطة الاتزان في زمن معين، ثم تعيد الحركة إلى اليمين ثم اليسار في المدة الزمنية نفسها، وهكذا.

أيضاً حركة المقلب الكهربائي والمغناطيسي

وهناك علاقة بين السرعة المماسية والسرعة الزاوية وهي

السرعة المماسية = السرعة الزاوية × نصف القطر

ويوضح الشكل التالي أنواع الحركة المختلفة السابق ذكرها.



بعض المصطلحات والتعريفات المتعلقة بالحركة:

١- المسافة distance

هي طول المسار الفعلي الذي يسلكه الجسم المتحرك من موضع بداية الحركة إلى موضع نهاية الحركة.

هي كمية فيزيائية قياسية حيث أنه يكفي لتحديدها معرفة مقدارها فقط فمثلاً عندما نقول أن جراراً زراعياً تحرك مسافة ١٠٠ متر لا يعنينا أن نحدد اتجاه ذلك الجرار.

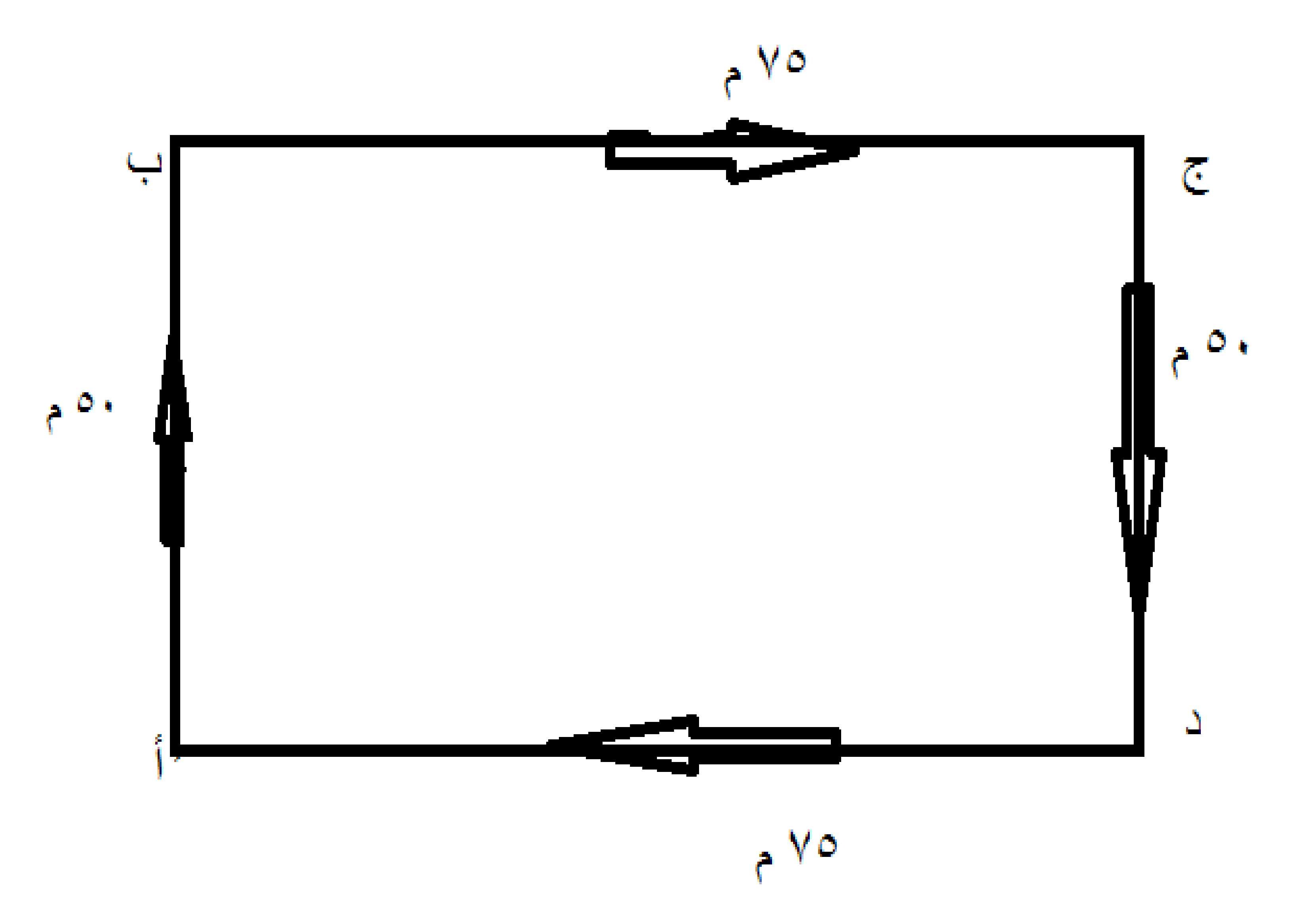
٢- الازاحة displacement

هي المسافة المقطوعة في اتجاه ثابت واحد من موضع بداية الحركة نحو الموضع النهائي للحركة

ويمكن تعريف مقدار الازاحة على أنها أقصر خط مستقيم بين موضعي بداية ونهاية الحركة.

هي كمية فيزيائية متجهة حيث يلزم لتحديدها معرفة مقدارها واتجاهها فمثلاً في المثال السابق لابد أن نحدد اتجاه الجرار الزراعي شرقاً أو غرباً وهكذا.

ويمكن توضيح الفرق بين المفهومين بالمثال التالي:



ويمكن حساب المسافة والازاحة لحركة جسم يتحرك في مسار دائري كما يلي:

إذا تحرك الجسم دورة كاملة **فإن المسافة = محيط الدائرة = $2 \pi r$ حيث r نصف القطر والازاحة = صفر**	
إذا تحرك الجسم ¾ دورة **فإن المسافة = ¾ محيط الدائرة** **والازاحة = أد في اتجاه الجنوب الغربي**	
إذا تحرك الجسم ½ دورة **فإن المسافة = ½ محيط الدائرة** **والازاحة = قطر الدائرة = $2r$ في اتجاه الغرب.**	
إذا تحرك الجسم ¼ دورة **فإن المسافة = ¼ محيط الدائرة** **والازاحة = أب في اتجاه الشمال الغربي.**	

٣- السرعة

لوصف حركة الأجسام لا بد من تقديرها بصورة كمية ويتم ذلك من خلال مفهوم السرعة

وهي عبارة عن الازاحة التي يقطعها الجسم في الثانية الواحدة،

أو هي المعدل الزمني للتغير في الازاحة وتقاس بوحدة ($m\ s^{-1}$) أو ($km\ s^{-1}$).

أنواع السرعة

السرعة القياسية أو العددية Speed والسرعة المتجهة Velocity

السرعة القياسية Speed هي كمية فيزيائية قياسية تعرف على أنها معدل التغير في المسافة المقطوعة مع الزمن. فهذا النوع يكفي فقط معرفة مقداره فقط ولا يهمنا تحديد اتجاه حركته، ودائماً ما تكون الاشارة لها موجبة.

السرعة المتجهة Velocity هي كمية فيزيائية متجهة تعرف على أنها معدل التغير في الازاحة مع الزمن. ولابد هنا من تحديد المقدار والاتجاه، وتكون الاشارة موجبة إذا تحرك الجسم في اتجاه معين وسالبة إذا تحرك في عكس هذا الاتجاه.

السرعة المنتظمة Uniform velocity والسرعة المتغيرة Variable velocity

السرعة المنتظمة

هي السرعة التي يقطع فيها الجسم ازاحات متساوية في أزمنة متساوية ويكون الجسم متحركاً بمقدار ثابت وفي خط مستقيم

السرعة المتغيرة

هي السرعة التي يقطع فيها الجسم ازاحات غير متساوية في أزمنة متساوية وتكون السرعة متغيرة في المقدار والاتجاه

السرعة اللحظية و المتوسطة Instantaneous and Average velocity

السرعة اللحظية Instantaneous velocity

هي سرعة الجسم عند لحظة معينة فمثلاً عند قيادة السيارة والنظر مباشرة إلى عداد السرعة تكون هى السرعة اللحظية.

السرعة المتوسطة Average velocity

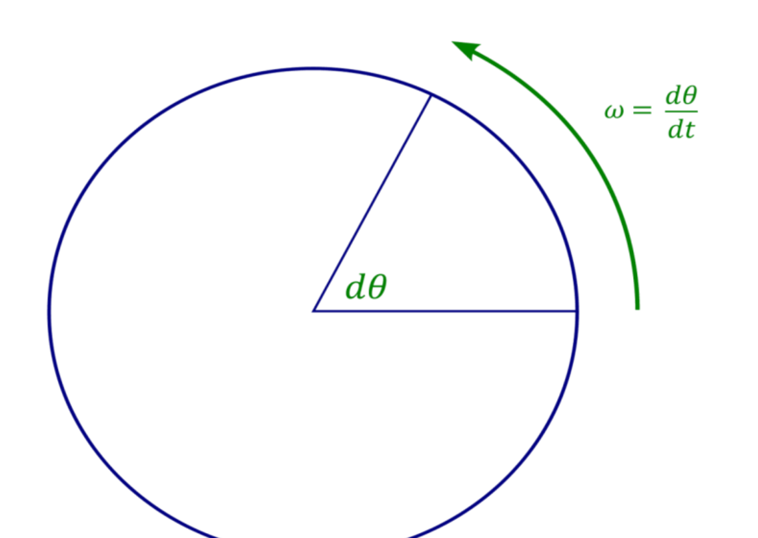
هي الازاحة من نقطة بداية الحركة إلى نقطة النهاية مقسومة على الزمن الكلي

السرعة الزاوية والسرعة المماسية أو الخطية

السرعة الزاوية:

هي متجهة التي تعبر عن التردد الزاوي والمحور الذي يدور حوله الجسم،
وهي الازاحة المقطوعة خلال وحدة الزمن
أو معدل تغير الزاوية مع الزمن
ووحداتها هي الراديان . ثانية ⁻١

كما في حركة
دوران المروحة أو دوران العجلات



السرعة المماسية أو الخطية

هي السرعة الخطية لجسم يتحرك في مسار دائري وهي تساوي السرعة الزاوية مضروبة في نصف القطر

٤- العجلة Acceleration

هي كمية فيزيائية متجهة تعرف على أنها التغير في سرعة الجسم خلال وحدة الزمن.

أو هي المعدل الزمني للتغير في السرعة المتجهة، وتقاس بوحدة ($m\ s^{-2}$) أو ($km\ s^{-2}$).

أنواع العجلة

عجلة موجبة: وهي العجلة التي تزداد فيها سرعة الجسم المتحرك بمرور الزمن

عجلة سالبة: وهي العجلة التي تتناقص فيها سرعة الجسم المتحرك بمرور الزمن

عجلة صفرية: وهي العجلة التي لا تتغير فيها سرعة الجسم المتحرك بمرور الزمن

معادلات الحركة

سوف نذكر هنا معادلات الحركة منتظمة العجلة

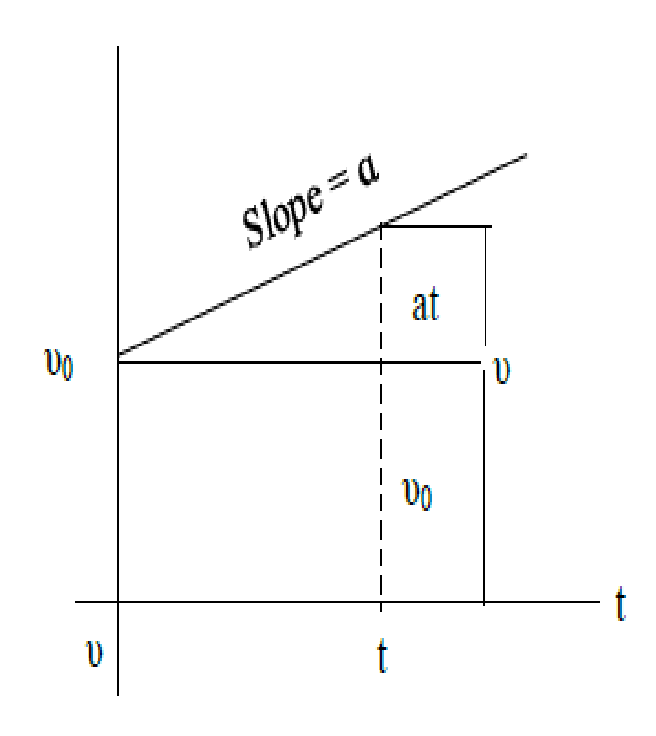
معادلة الحركة الأولى: (السرعة – الزمن) First equation of motion

إذا افترضنا أن جسماً يتحرك بسرعة فعلية v_i م ث-١ سوف يصبح له عجلة a م ث-٢ وبمرور الزمن سوف تزداد السرعة بقيمة عددية من a لكل ثانية يتحرك بها الجسم، وسوف تساوي الزيادة السرعة بمرور الزمن t القيمة at.

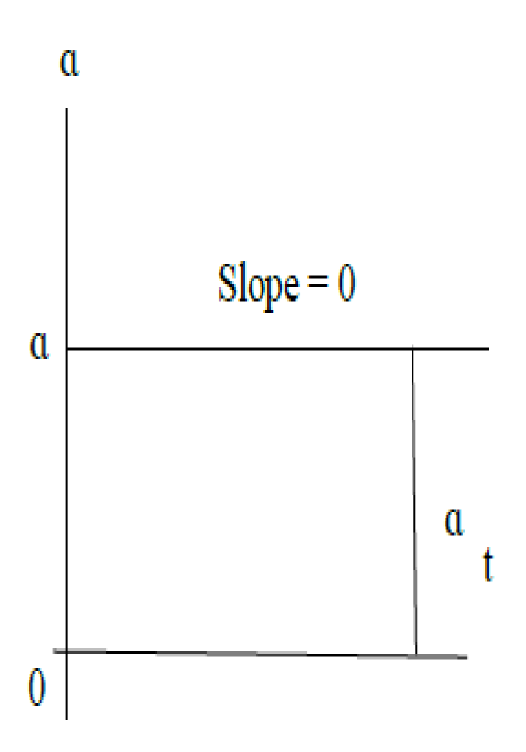
ويمكن الحصول على السرعة النهائية v_f بعد زمن t من المعادلة التالية:

$$v_f = v_i + at$$

وتسمي هذه المعادلة بمعادلة الحركة الأولي، والشكل التالي يمثل منحنى السرعة مع الزمن.



a



b

معادلة الحركة الثانية: (الازاحة – الزمن) Second equation of motion

إذا كان للجسم المتحرك بعجلة منتظمة سرعة متوسطة v مساوية لنصف مجموع السرعة الابتدائية v_i والسرعة النهائية v_f أو المتوسط الحسابي لهما.

$$v = \frac{v_i + v_f}{2}$$

وحيث أن

$$v_f = v_i + at$$

تكون السرعة المتوسطة مساوية للقيمة

$$v = \frac{v_i + v_i + at}{2} = v_i + ½at$$

والمسافة المقطوعة (الازاحة) X = السرعة المتوسطة * الزمن

$$X = (v_i + ½at)t$$

$$X = v_i t + ½at^2$$

وهذه الصيغة هي المعادلة الثانية للحركة.

معادلة الحركة الثالثة: (الازاحة – السرعة) Third equation of motion

يمكن الحصول على المعادلة الثالثة للحركة بالتخلص من t من المعادلتين الأولى والثانية ويتم ذلك كالتالي:
بتربيع طرفي المعادلة

$$v_f = v_i + at$$
$$v_f{}^2 = v_i{}^2 + 2v_i at + at^2$$

وبأخذ $2a$ عامل مشترك بين الجزئيين الأخيرين للجانب الأيمن

$$v_f{}^2 = v_i{}^2 + 2a\ (v_i t + ½at^2)$$

وحيث أن الجزء ما بين الأقواس يساوي X تصبح المعادلة كالتالي

$$v_f{}^2 = v_i{}^2 + 2aX$$

وهذه الصيغة هي المعادلة الثالثة للحركة.

معادلات الحركة فى خط مستقيم تحت عجلة ثابتة

Equations	
$v_f = v_i + at$	Velocity as a function of Time السرعة دالة للزمن
$X = v_i t + ½at^2$	Displacement as a function of Time الازاحة دالة للزمن
${v_f}^2 = {v_i}^2 + 2aX$	Velocity as a function of displacement السرعة دالة للازاحة

قوانين الحركة أو قوانين نيوتن <u>The lows of Motion</u>

تم سابقاً وصف الحركة بدراسة مفاهيم المسافة - الازاحة - السرعة - العجلة والزمن دون الحاجة لذكر مسببات الحركة

وسنوضح فيما يلي كيفية تولد العجلة نتيجة القوة. ويعتبر العالم إسحق نيوتن أول من جمع قوانين الحركة التي فسرت العديد من الظواهر الفيزيائية ووضع بها حجر الأساس لعلم الميكانيكا الكلاسيكية، حيث جمعها في ثلاثة قوانين عرفت باسم قوانين نيوتن في الحركة، وقد ربط في هذه القوانين الثلاث بين حركة الجسم والقوة التي أثّرت عليه، فأدت إلى حركته.

مفهوم القوة The Concept of force

القوة مصطلح شائع الاستخدام في الحياة اليومية فمثلاً عندما تدفع أو تجذب جسما ما فإنك تبذل قوة عليه وبالمثل عندما ترفع ثقلاً، وهذه القوة مرتبطة بنشاط عضلي وتغير في حالة حركته مع ملاحظة أن القوة لا تسبب بالضرورة الحركة

ما القوة التي تدفع نجماً بعيداً للحركة الحرة فى الفضاء ؟

أجاب نيوتن على ذلك بأن التغير فى السرعة لأى جسم يكون نتيجة بذل قوة عليه وعلى ذلك فإن جسماً متحركاً بانتظام لا يتطلب قوة ليظل فى حركته حيث أن القوة هى وحدها التى تجعل الجسم يتحرك.

تأثير أكثر من قوة فى نفس الوقت على هدف ما

فى هذه الحالة: الهدف يتسارع عندما تؤثر عليه محصلة هذه القوى فإذا كان ناتج هذه القوى المختلفة الغير متوازية صفرا فإن العجلة ستكون صفرا وتظل سرعة الجسم ثابتة معنى ذلك أن محصلة القوى المؤثرة على الهدف تكون صفرا وفى هذه الحالة فإن الجسم إما أن يكون فى حالة سكون أو سيظل متحركا بسرعة ثابتة.

ونستنتج من ذلك: عندما تكون سرعة جسم المتجهة ثابتة أو إذا كان الجسم فى حالة سكون فإن الجسم يكون فى حالة اتزان.

يلاحظ أيضا أنه عندما تبذل قوة على جسم ما فإن شكله يمكن أن يتغير وهذا التغير فى الشكل يمكن أن يظل مستديما إذا كانت القوة المؤثرة عليه كبيرة مثل إصطدام سيارتين مثلاً.

وهناك نوع آخر من القوة التي لا تشمل احتكاك طبيعي بين جسمين ولكن تؤثر خلال الفراغ وتعرف بالقوى الحقلية مثل القوة الناتجة من الجاذبية الأرضية بين جسمين وهذه القوة تجعل الأجسام مرتبطة بالأرض وهو ما يعرف بوزن الأجسام.

وكمثال لهذ النوع من القوى كواكب المجموعة الشمسية وهى متماسكة تحت تأثير قوى الجاذبية

وبالمثل القوة الكهربية حيث تؤثر شحنة كهربية على شحنة كهربية أخرى مثل تأثير إلكترون على بروتون لتكوين ذرة الأيدروجين

وأيضا مثل تأثير قضيب ممغنط على قطعة من الحديد

وهذه القوى بين الأنوية الذرية عبارة عن قوى حقلية ولكن مداها قصير وهى عبارة عن التأثير السائد المسئول عن فصل الجسيمات عن بعضها فى مدى $10^{-15}m$.

ومن هنا يمكن تعريف القوة بأنها: مؤثر خارجي يؤثر على الأجسام فيسبب تغييراً في حالة الجسم أو اتجاهه أو موضعه أو حركته.

فمثلا عندما نصدم كرة فهي تتحرك، وعندما نصدم كرة متحركة فهي تنحرف عن مسارها.

فالقوة هي نسبة تغير كمية الحركة بالنسبة للزمن.

وتقاس القوة باستخدام الميزان الزنبركي ووحدة قياسها هي النيوتن (كجم. م ث-٢)

وسوف نوضح فى هذا الجزء أن عجلة جسم متحرك ناتجة عن القوة المؤثرة عليه وكتلته، وهى تمثل تفاعل هذا الجسم مع البيئة المحيطة به. وسوف يتم دراسة قوانين القوة التى تصف كمياً حساب القوة المؤثرة على جسم متحرك إذا عرف محيطه وفى هذا الخصوص سنجد أن قوانين القوة بالرغم من بساطتها فقد استطاعت تفسير كثير من الظواهر الطبيعية أو التجارب الخاصة بها.

١- قانون نيوتن الأول: Newton’s first law

يرتبط هذا القانون بمفهوم القصور الذاتي ارتباطاً وثيقاً حتى أنه يعرف بقانون القصور الذاتي، فقد كان المعتقد قديماً أن طبيعة المادة هي حالة السكون بمعنى أن حركة أي شيء تؤو إلى السكون إلا أنه قد أظهرت التجارب العلمية الحديثة أن سبب ذلك يرجع إلى وجود قوى احتكاك تقاوم الجسم المتحرك وتعمل على ابطائه حتى يقف، وفى عدم وجود هذه القوى لاستمر الجسم في حركته دون توقف.

وينص القانون على أن الجسم الساكن يبقى ساكناً، والجسم المتحرك يبقى متحركاً ما لم يتم التأثير عليهما بقوة خارجية، أي أن الأجسام لا يمكن أن تتحرك أو تتوقف أو تغير اتجاهها من تلقاء نفسها، حيث يتطلب الأمر قوة خارجية تؤثر عليها لإحداث التغيير.

والصيغة الرياضية للقانون: $\sum F = 0$

والمقدار $\sum F$ هو القوة المحصلة التي تؤثر على الجسم.

ونستنتج من هذا القانون أن سرعة الجسم لا تتغير سواء كان ساكناً أو متحركاً طالما محصلة القوة تساوي صفر وبالتالي فإن العجلة تساوي صفر، كما نستنتج أننا نحتاج قوة لتحريك الأجسام الساكنة أو ايقاف المتحركة ولكننا لا نحتاج قوة لجعلها تستمر في حركتها بسرعة ثابتة.

مفهوم القصور الذاتي: Inertia

يقصد بالقصور الذاتي ميل الأجسام الساكنة إلى البقاء في حالة السكون وميل الأجسام المتحركة للاستمرار في الحركة بسرعتها الأصلية في خط مستقيم، بمعنى أن الأجسام تقاوم تغيير حالتها من سكون أو حركة.

وتتوقف امكانية ايقاف الأجسام التي تتحرك تحت تأثير القصور الذاتي على كتلة وسرعة الأجسام، فمثلاً يصعب ايقاف جرار زراعي بينما يسهل ايقاف دراجة صغيرة يتحركا بنفس السرعة، وأيضاً يصعب ايقاف الجرار المتحرك بسرعة كبيرة بينما يسهل ايقافه إذا كانت سرعته صغيرة.

ويمكن هنا وضع علاقة تربط بين الكتلة والسرعة بكمية فيزيائية تعرف بكمية التحرك

$$P = m\,v$$

حيث P = كمية التحرك وهى كمية متجهة ووحداتها كجم. م ث$^{-١}$ ، m = الكتلة ، v = السرعة

٢- قانون نيوتن الثاني: Newton’s second law

تبين لنا من قانون الحركة الأول لنيوتن أن الجسم الذى لا تؤثر عليه قوة لا يتحرك بعجلة والعكس صحيح أن الجسم الذي تؤثر عليه قوة خارجية بمعنى أن $(\sum F \neq 0)$ تتغير سرعته ويكتسب عجلة أي أن $(a \neq 0)$

ولقد حدد نيوتن العوامل التي تتوقف عليها العجلة من خلال قانونه الثاني كما يلى والذي ينص على:

القوة المحصلة المؤثرة على جسم ما تساوي المعدل الزمني للتغير في كمية تحرك هذا الجسم.

ويشير هذا القانون إلى تأثير القوة الخارجية على الجسم، حيث يصف ما يحدث لجسم عند التأثير عليه من قوة خارجية، أي أنه عندما تؤثر قوة ثابتة على جسم فإن ذلك يؤدي إلى تغيير سرعته بمعدل ثابت أي يؤدي إلى تسارعه، أي أن الجسم قد يسرع أو يبطئ أو يغير من اتجاهه، وذلك حسب اتجاه القوة، واتجاه الجسم

ويمكن صياغة القانون بعبارة أخرى كما يلي:
إذا أثرت قوة محصلة على جسم أكسبته عجلة تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة وعكسياً مع كتلة هذا الجسم، ويعبر عنه بالعلاقة:

$$F = m\,a \qquad \text{or} \qquad a = F/m$$

حيث إن القوة والعجلة كميتان متجهتان، ويمكن أن تكون القوة منفردة أو محصلة قوى، فعند تعرض الجسم لقوة ثابتة، فإن ذلك يؤدي إلى تسارعه؛ أي تغير سرعته بمعدل ثابت، باتجاه القوة نفسها، أو محصلة القوى المؤثرة، وفي حال كان الجسم متحركاً في الأصل، فإن القوة ستزيد سرعة الجسم أو تبطئها، ويمكن أن تغير اتجاهها اعتماداً على اتجاه القوة والجسم.

الكتلة والوزن: Mass and Weight

يمكن من خلال قانون نيوتن الثاني التفرقة بين الكتلة والوزن كما يلي:

أولاً: الكتلة Mass

تعرف الكتلة بصورة عامة على أنها مقدار ما يحتويه الجسم من مادة، وتبعاً للقانون سوف نجد صعوبة إذا أردنا تحريك جرار زراعي مقارنة بتحريك دراجة، لذلك يمكن أن نقول أن الجرار يمانع أي تغيير في حالته الحركية أكثر من ممانعة الدراجة فالكتلة يمكن أن نعرفها أيضاً على أنها مقدار ممانعة الجسم لأي تغيير في حالته الحركية. وهي كمية فيزيائية أساسية قياسية وحداتها هي الجرام ومضاعفاته كجم والطن.

ثانياً: الوزن Weight

أيضاً من خلال نفس القانون، يتضح لنا أن أي جسم يكتسب عجلة فلا بد من وجود قوة تؤثر عليه، فمثلاً في حالة سقوط جسم فإنه يتحرك بعجلة السقوط الحر مما يعني أن الجسم يتأثر بقوة تعرف بقوة الجاذبية الأرضية، من هنا يمكن أن نعرف الوزن على أنه قوة جذب الأرض للجسم ويكون اتجاهه نحو مركز الأرض ويمكن حسابه من العلاقة: $W = mg$

وهو كمية متجهة وحداتها هي النيوتن (كجم. م/ث^{٢}) وقد سبق تعريفه.

وعلى ذلك فالوزن ليس خاصية ذاتية للجسم ولا يجب الخلط بينه وبين الكتلة فمثلا: إذا كانت كتلة جسم 70 kg فإن مقدار وزنه في مكان ما حيث ($g = 9.80\ m/s^2$) هى $mg = 687$ N.

أما عند قمة جبل حيث $g = 9.76\ m/s^2$ فإن هذا الوزن سيكون 683N وهذا يعادل نقصاً في الوزن مقداره 0.416.

٣- قانون نيوتن الثالث: Newton’s third law

يبحث القانون الثالث لنيوتن في طبيعة القوى التي تؤثر على الأجسام والتي تتواجد بشكل أزواج متساوية في المقدار ومتضادة في الاتجاه، وينص القانون على:

عندما يؤثر جسم على جسم آخر بقوة فإن الجسم الثاني يؤثر على الجسم الأول بقوة مساوية لها في المقدار ومضادة لها في الاتجاه، أي أن لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه، والصيغة الرياضية لهذا القانون:

$$F_1 = -F_2$$

ويصف هذا القانون ما يحدث للجسم عندما يمارس قوة على جسم آخر، إذ إن تأثير القوة ينشأ بين زوجين من الأجسام، فعند دفع جسم لآخر بقوة معينة فإن الجسم المندفع سيدفع الجسم الآخر بمقدار القوة نفسها لحظة دفعه، وإذا كان الجسم المؤثر أكبر بشكل هائل من الجسم الآخر فإن الجسم الأكبر لن يتأثر بقوة رد فعل الجسم الآخر، أو قد يؤثر تأثيراً ضعيفاً جداً بحيث يمكن إهماله.

الحركة الدائرية المنتظمة Uniform circular motion

إذا تحرك جسم حركة دائرية بسرعة خطية ثابتة (v)فإن هذا الجسم لا يزال له عجلة بالرغم من أن السرعة اللحظية السابقة أى سرعة البداية ثابتة ولفهم ذلك نرجع الى معادلة العجلة المتوسطة.

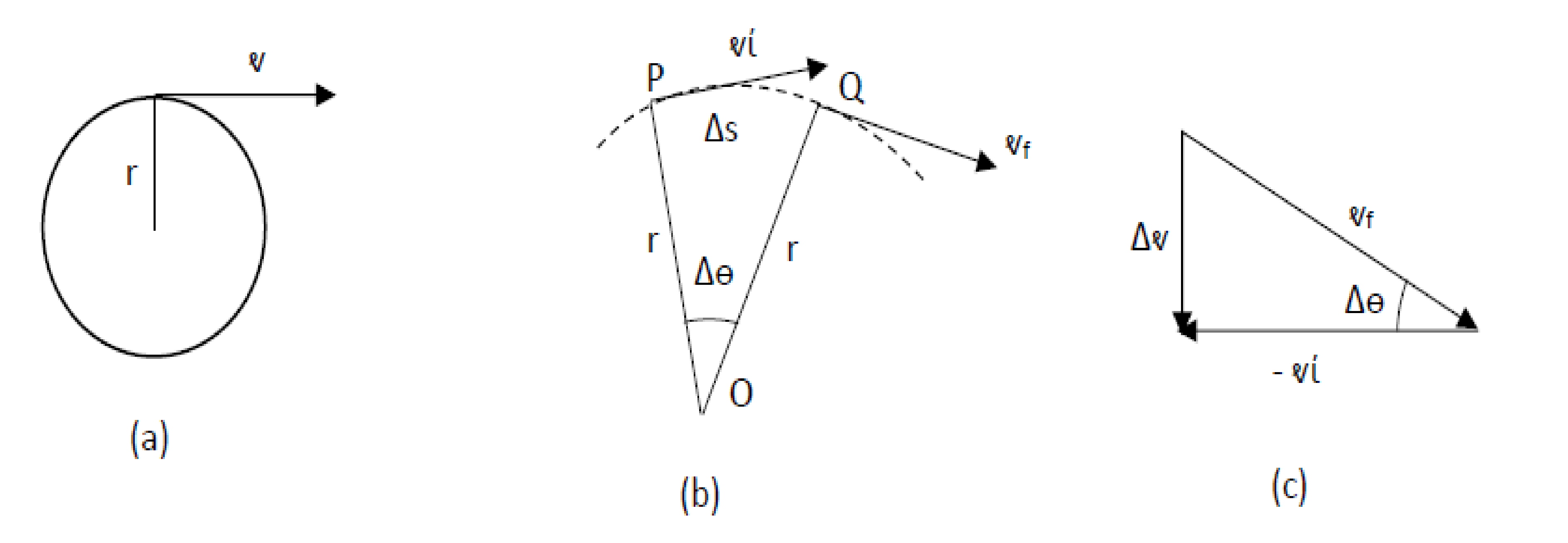
$$\bar{a} = \Delta v / \Delta t$$

حيث أن العجلة تعتمد على التغير فى متجه السرعة، ولأن السرعة عبارة عن متجه فهناك طريقتان لإيجاد العجلة:

١- بواسطة التغير فى قيمة السرعة

٢- بالتغير فى اتجاه السرعة.

وفى الحالة الأخيرة فإنها تمثل الحركة الدائرية مع ثبات السرعة، وأن متجه السرعة دائما هو المماس لمنحنى الحركة وهو فى هذه الحالة عمودي على r كما فى الشكل التالي.



a) الحركة الدائرية لجسم متحرك بسرعة لحظية ثابتة

b)عندما يتحرك الجسيم من نقطة P الى نقطة Q فإن اتجاه متجه السرعة يتغير من v_i الى v_f

c) يبين اتجاه التغير للسرعة Δvناحية مركز الدائرة.

يلاحظ أن متجه العجلة فى هذه الحالة عمودي على منحنى الدائرة ودائما ما يشير الى مركز الدائرة ويسمى التسارع نحو مركز العجلة ودرجته تحددها المعادلة التالية:

$$\mathbf{a_r} = \frac{v^2}{r}$$

بعض تطبيقات الحركة الدائرية في المجال الزراعي

- أجهزة فصل السوائل والغرويات أو جهاز الطرد المركزي Centrifuge

يتكون هذا الجهاز من عمود رأسي يدار بواسطة آلة بها العديد من التروس التي يمكن ادارتها يدوياً أو ميكانيكياً بواسطة موتور كهربي وتوضع السوائل المراد فصل مكوناتها فى أنابيب توضع فى نهاية عدة حوامل تمثل نصف قطر الدائرة التى ستدور بها الأنابيب.

والأساس العلمي لعملية الفصل الذي يستخدم قوة الطرد المركزي لإسراع عملية الفصل تعتمد على أنه إذا تعرض مخلوط من سائلين أو مادتين مختلفتي الكثافة (كالدهن العالق في الماء أو حبيبات الطين المعلقة في الماء) لتأثير الطرد المركزي فإن السوائل تنفصل حسب كثافتها فالسائل الأكبر كثافة يطرد للخارج بقوة أكبر، بينما يظل الأقل كثافة أقرب للمحور تبعاً للعلاقة الرياضية:

$$Fc = m\, v^2 / r$$

حيث Fc= قوة الطرد المركزي، m= كتلة الجسم، v= السرعة التي يتحرك بها الجسم، r= المسافة بين محور الجسم ومحور الدوران وهو متجه الحركة (نصف قطر الدوران).

ويستعمل الجهاز الذي يستخدم قوة الطرد المركزي في:

فصل وترسيب المعلقات مثل فصل حبيبات الطين من معلقات التربة

فصل كرات الدم وبويضات البلهارسيا عند تحليل البول

تنقية السكر وفصل بلورات السكر (السكر السنترفيش) في مصانع السكر

فصل مستحلبات الزيوت

تنقية زيت الموتور في الجرارات الزراعية

فصل القشدة من اللبن في جهاز فراز اللبن

تقدير المكافئ الرطوبي للتربة

عمل المروحة في طلمبات الطرد على سحب تيار مستمر من المياه من أنبوبة السحب وبذلك يستمر تيار دفع المياه

وقد تمكن في بعض أجهزة الفصل الحديثة التحكم في عدد اللفات وزمن الدوران وأيضاً درجة الحرارة حتى تتم عملية الفصل تحت لزوجة أو كثافة محددة للسوائل.



جهاز الطرد المركزي: يستخدم لفصل السوائل والغرويات

جهاز فراز اللبن اليدوي: يستخدم لفصل القشدة من اللبن

جهاز فصل قشدة اللبن عالي السرعة



جهاز حلة الضغط: يستخدم في تقدير المكافئ الرطوبي

جهاز الضغط الغشائي:
يستخدم في تقدير ثوابت الرطوبة الأرضية

الشغل، الطاقة والقدرة Work, Energy and Power

يعتبر مفهوم الطاقة واحدا من أهم المفاهيم الفيزيائية فى العلوم المعاصرة أو فى الأعمال الهندسية، والسائد عن الطاقة أنها تكاليف الوقود وغير ذلك مما يلزم لإنجاز عمل ما وأن الوقود مثلا يمدنا بما يسمى الطاقة.

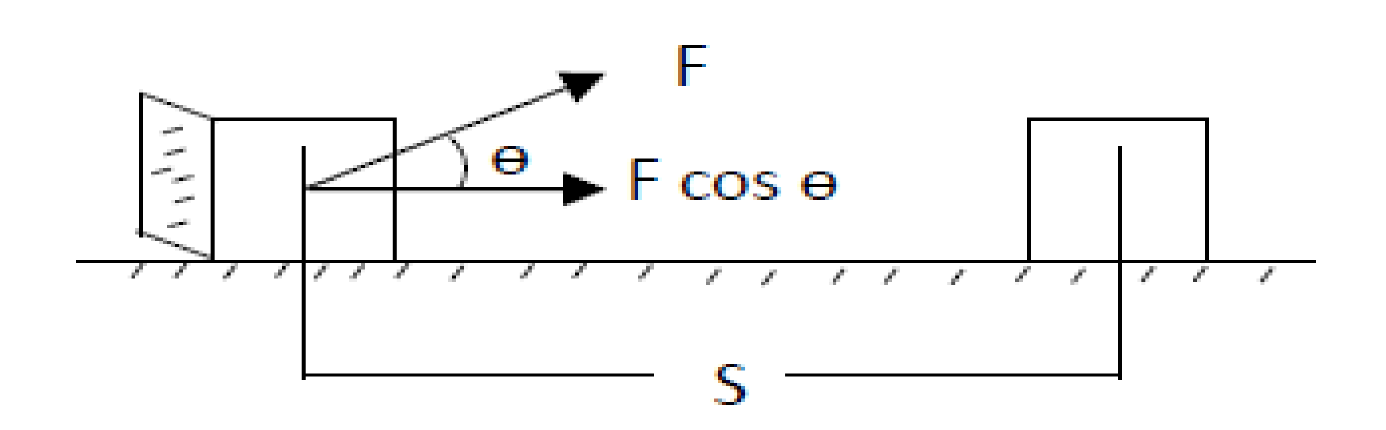
توجد الطاقة فى أشكال عدة منها الطاقة الميكانيكية، الكهربية، المغناطيسية، الكيميائية والنووية والواقع أن هذه الأشكال من الطاقة ذات صلة ببعضها من حيث انتقال الطاقة من شكل الى آخر إلا أن الكمية الكلية للطاقة تظل ثابتة وهذا المفهوم يجعل الطاقة مفيدة ومهمة حيث أنها فى نظام مغلق فإن فقد الطاقة من شكل ما يحدد مساره قانون بقاء الطاقة الذى يقول أن فقد الطاقة من شكل ما يتحول إلى شكل آخر بنفس الكمية فمثلاً إذا تم توصيل موتور كهربي ببطارية فإن الطاقة الكيميائية تتحول إلى طاقة كهربائية. وتحول الطاقة من شكل آخر من الموضوعات الهامة فى مجالات كثيرة منها الفيزياء والهندسة والكيمياء والبيولوجي والجيولوجيا والفلك.

إن حركة أى جسم تسببها قوة تعمل عليها وهذه القوة قد تكون ثابتة أو متغيرة وسوف يقتصر معالجتنا لهذه الظاهرة لحركة الجسم وما تحدثه من شغل تحت قوة ثابتة.

الشغل: Work

يستخدم علماء الفيزياء كلمة الشغل للدلالة على معنى خاص مختلف عن معناها المستخدم في الحياه اليومية، فلكي تبذل شغلاً ما على جسم فلابد وأن يتحرك الجسم ازاحة ما كنتيجة للشغل أو القوة المبذولة وإذا لم تحدث تلك الحركة أو الازاحة فلن يكون هنالك شغل مبذول مهما كانت القوة التي بذلت.

ويمكن حساب الشغل المبذول إذا تصورنا هدفاً ينتقل على طول خط مستقيم تحت تأثير قوة F ثابتة تحدث زاوية ɵ مع الازاحة s كما يوضحه الشكل التالي:



الشغل الناتج بواسطة قوة ثابتة يعرف بأنه حاصل ضرب محصلة القوة فى اتجاه ومقدار الإزاحة. وحيث أن محصلة القوة فى اتجاه s هو F cos ɵ فإن الشغل W الناتج من القوة F يحدده القانون التالي:

$$W = F \cos \theta \, s$$

وحدات الشغل هي (نيوتن. متر) أو الجول (J) Jouleنسبة إلى العالم الانجليزي جيمس جول الذي لاحظ أن الشغل يولد حرارة فقد وجد أن درجة حرارة الماء في أسفل الشلال أكبر منها في الأعلى مما يثبت أن جزءاً من طاقة المياه الساقطة تحول إلى حرارة، ويمكن تعريف الجول بأنه:
الشغل المبذول بواسطة قوة مقدارها واحد نيوتن لتحرك جسماً ما ازاحة مقدارها واحد متر في اتجاه القوة.

الطاقة: Energy

من تعريف الشغل إذا كان الجسم قادراً على بذل شغل فإنه يمتلك طاقة والتي يمكن تعريفها على أنها:

قدرة الجسم على أداء أو بذل شغل، ووحداتها على ذلك هي نفس وحدات الشغل وهي الجول.

هناك صور مختلفة للطاقة والتي يمكنها أن تتحول من صورة لأخرى وتخضع في ذلك لقانون بقاء الطاقة والذي ينص على أن:

الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن أن تتحول من صورة لأخرى، فمثلاً يمكن أن تتحول الطاقة الحرارية الواصلة من الشمس إلى طاقة كهربية وهكذا.

ونوضح فيما يلي صورة الطاقة ووصفها أو تعريفها:

شكل الطاقة	الوصف
طاقة الحركة	هي الطاقة التي يمتلكها الجسم بسبب حركته
طاقة الوضع	هي الطاقة التي يكتبسها الجسم نتيجة وقوعه تحت تأثير الجاذبية الأرضية
الطاقة الميكانيكية	هو مجموع طاقتي الوضع والحركة
الطاقة الكيميائية	هي الطاقة المخزنة في الروابط بين الذرات في الجزيئات
الطاقة الكهربائية	هي الطاقة التي تحدث نتيجة المجالات الكهربية
الطاقة المغناطيسية	هي الطاقة التي تحدث نتيجة المجالات المغناطيسية
الطاقة الاشعاعية	هو شكل خاص من الحقول الكهرومغناطيسية نتيجة الشحنات المتحركة
الطاقة النووية	هي طاقة الارتباط والتي تربط الجسميات النووية في النواه
طاقة التأين	هي الطاقة اللازمة لنزع الكترون من الذرة
الطاقة الحرارية	هي الطاقة الناتجة عن حركة الذرات والجزيئات وتنتقل بالتوصيل والاشعاع

القدرة: Power

يمكن تقسيم وتصنيف الآلات عن طريق السرعة التي تحول بها الطاقة أو تؤدي شغلاً.

وعلى ذلك يمكن تعريف القدرة على أنها: معدل انتقال أو تحول الطاقة.

وبمعنى آخر هي المعدل الذي يتم به الشغل أو الذي يتم به نقل الطاقة في وحدة زمنية.

ويتم حساب القدرة من المعادلة التالية:

$$P = \frac{W}{t}$$

حيث P : هي القدرة (وات)، W : الشغل المبذول (جول)

t : الزمن (ثانية)

والقدرة كمية قياسية ليس لها اتجاه ووحداتها هي الجول/ الثانية أو الوات watt

والذي يمكن تعريفه على أنه معدل تحول طاقة واحد جول لكل ثانية.

ونظراً لأن الشغل هو حاصل ضرب القوة في الازاحة *W= F*d*

والسرعة المتجهة هي خارج قسمة الازاحة على الزمن *(V=d/t)*

فعلى ذلك فالقدرة تساوي حاصل ضرب القوة في السرعة

*(P = F*V)*

وبناءً على ذلك تكون القدرة أكبر عندما يكون النظام قوياً سريعاً في نفس الوقت.

ويمكن استخدام القدرة الحصانية *Horsepower* لوصف الطاقة التي يتم توصيلها بواسطة الآلة، والقدرة الحصانية هي وحدة قياس القدرة في النظام البريطاني وتعني القدرة المطلوبة لرفع ٥٥٠ رطلاً لقدم واحدة في ثانية واحدة وهي حوالي ٧٤٦ وات.